



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

2436/83

10/5-83

10-83-38

В.В.Трофимов

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОВЕРКИ
ОВЕРЛЕЙНЫХ СТРУКТУР В ОС ЕС

1983

ВВЕДЕНИЕ

Объем оперативной памяти, необходимой для размещения программы, можно уменьшить, переходя от модуля обычной структуры к модулю с оверлейной структурой. Модуль оверлейной структуры - это программа, состоящая из частей /сегментов/, сменяющих друг друга в памяти в процессе выполнения задания. Об основных понятиях и правилах построения оверлейных модулей см. /1,2/. В ОС ЕС создание оверлейного модуля связано с большими затратами ручного труда. В данной статье описывается математическое обеспечение, разработанное для уменьшения этих затрат.

Процесс создания оверлейной структуры рассматривается здесь как последовательность действий, направленных на получение "корректированной" программы /т.е. не содержащей ошибок, связанных с переходом к модулю оверлейной структуры/. Вопрос разрешения конфликта между объемом памяти и быстродействием программы не входит в рамки данной работы.

2. СОЗДАНИЕ ОВЕРЛЕЙНОЙ СТРУКТУРЫ В СМО ЕС ЭВМ

В СМО ЕС ЭВМ нет средств автоматического планирования оверлейных структур. Процесс создания оверлейной структуры состоит из ряда этапов. Программист формирует пакет управляющих карт с описанием оверлея. Программа редактора связей анализирует управляющие карты и собирает оверлейный модуль. Ошибки в оверлейной структуре диагностируются. Программист производит коррекцию ошибок и повторяет сборку модуля, полученный оверлейный модуль тестируется.

На всех этих этапах программисту требуется информация о связях между подпрограммами модуля. Полная информация может быть получена из таблицы перекрестных ссылок редактора связей, которая строится при обработке модуля. Форма таблицы трудна для восприятия. Анализ связей между подпрограммами при большом их количестве требует значительных неинтеллектуальных усилий.

Наибольшие затруднения встречаются на шаге тестирования модуля оверлейной структуры. Причины неработоспособности модуля, связанные с преобразованием модуля простой структуры в модуль оверлейной, можно разбить на три подмножества:

А - в оверлейной структуре допущены ошибки, которые распознаются редактором связей и обусловлены нарушением правил объединения подпрограмм в сегменты /1/;

- Б - в оверлейной структуре допущены ошибки, которые не распознаются редактором связей, но обусловлены той же причиной, что и в А;
- В - некоторые подпрограммы, не включенные в корневой сегмент, модифицируются в процессе исполнения^{/3/}.

Из приведенной классификации видно, что только ошибки типа А идентифицируются стандартными средствами СМО ОС ЕС. Исправление ошибок типа Б и В - неформализованный процесс, требующий значительных затрат машинного времени и человеческого труда, что позволяет сделать вывод о недостаточном развитии средств автоматизации создания оверлейных модулей в ОС ЕС.

3. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ LISTP

Программа LISTP создана с целью дополнения СМО ОС ЕС средствами автоматизации процесса создания модулей оверлейной структуры. Она решает две задачи. Во-первых, представление в удобной форме информации о связях между подпрограммами /т.е. какая подпрограмма какую вызывает или к какому COMMON-блоку она обращается/. Во-вторых, автоматическая проверка оверлейной структуры с более широкими, чем у редактора связей, возможностями диагностики ошибок.

LISTP обрабатывает таблицу перекрестных ссылок, подготовленную редактором, и строит таблицу связей между подпрограммами. Для облегчения анализа связей в модуле таблица связей упорядочена и содержит избыточную информацию.

LISTP выполняет автоматическую проверку оверлейной структуры, построенной пользователем, которая состоит в моделировании выполнения модуля оверлейной структуры. При этом имитируется загрузка сегментов, передача/возврат управления в подпрограммах. Проверяется корректность этих действий. Обнаруженные ошибки диагностируются. Отсутствие диагностики свидетельствует о корректности оверлейной структуры в предположении, что все подпрограммы, помещенные в сегменты, не модифицируются в процессе исполнения^{/3/}.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ LISTP

В результате работы LISTP генерируются:

- протокол работы LISTP,
- таблица связей подпрограмм,
- словарь подпрограмм,
- представление оверлейной структуры,
- результаты проверки оверлейной структуры.

4.1. Протокол работы LISTP

Протокол работы LISTP содержит информацию о действиях программы, об ошибках пользователя в задании параметров, о значении параметров, и некоторую информацию о модуле, для которого строится оверлей /например, его длина, адрес точки входа и т.п./.

4.2. Таблица связей подпрограмм

Таблица связей между подпрограммами /см. пример на стр.9/ представляется в виде последовательности пронумерованных элементов. Каждой подпрограмме и COMMON-области соответствует один элемент. Ниже дается содержание элемента /по колонкам слева направо/:

- собственный номер,
- номер строки таблицы загрузки редактора связей, в которой встретилось имя подпрограммы или COMMON-области,
- имя подпрограммы или COMMON-области,
- длину подпрограммы или COMMON-области в байтах,
- имена подпрограмм, которые вызываются из подпрограммы, описанной данным элементом, или COMMON-области, к которым она обращается; под каждым именем печатается номер элемента, описывающего вызываемую подпрограмму или COMMON-область,
- количество подпрограмм и COMMON-областей, к которым обращается описанный элементом подпрограмма,
- количество подпрограмм, которые обращаются к описанной элементом подпрограмме или COMMON-области,
- номер уровня. Это число определяется так: номер уровня 1 присваивается подпрограммам (COMMON-областям), к которым нет обращений из других подпрограмм модуля /например, главная программа в фортране/. Подпрограмма (COMMON-блок) помещается на N уровень, если к ней есть хотя бы одно обращение из подпрограммы, помещенной на уровень N-1, и, возможно, другие обращения из подпрограмм, помещенных на уровни с меньшими номерами. Если программы рекурсивно вызывают друг друга, то они, а также все те, к которым они прямо или косвенно обращаются, помещаются на последний уровень,
- номера элементов с описанием подпрограмм, из которых есть обращение к данной.

Таблица такой структуры позволяет легко анализировать связи внутри модуля.

4.3. Словарь подпрограмм

Для модуля, состоящего из большого числа подпрограмм, анализ таблицы связей затруднителен. Чтобы облегчить его, строится словарь. Это размещенный в алфавитном порядке список имен подпрограмм и COMMON-областей. Колонки словаря содержат слева направо:

- имя подпрограммы или COMMON-области,
- номер элемента, в котором она описана,
- номер соответствующей строки таблицы загрузки редактора связей,
- номер сегмента, если пользователь проверяет оверлей, и 0 - в противном случае,
- номер уровня из таблицы связей,
- номер уровня, на котором находится сегмент, содержащий подпрограмму, в оверлейном дереве.

4.4. Представление оверлейной структуры

Представление оверлейной структуры, которую пользователь желает проверить, включает в себя идентификаторы оверлейных уровней, номера сегментов и имена подпрограмм, в них входящих, начальные адреса сегментов, вычисленные относительно конечного адреса корневого сегмента. Если в картах, описывающих оверлейную структуру, встретились ошибки /например, имя некоторой подпрограммы упоминается более одного раза/, то выводится диагностическое сообщение.

Информация об ошибках, если они обнаружены в оверлейной структуре, включает список сегментов и подпрограмм, находящихся в момент ошибки в "памяти", а также цепочку вызова подпрограмм. Сообщается характер ошибки, т.е. произошла ли она при возврате управления в подпрограмму, или при обращении к ней.

5. ВЫЗОВ LISTP

Режим работы и состав выходной информации LISTP определяются параметрами, задаваемыми в поле PARM при вызове программы. Параметры распознаются по первому символу /остальные могут быть добавлены для мнемоники/, отделяются друг от друга запятыми.

Допустимые параметры:

- XREF - печать таблицы связей подпрограмм,
- ALPHABET - печать словаря,
- CHECK - печать входной оверлейной структуры, проверка оверлея, печать результатов проверки,
- DELETE - удаление указанных подпрограмм из таблицы связей.

Формат параметра DELETE:

DELETE=(список ключевых слов).

Задание этого параметра позволяет сократить объем таблицы связей и упростить ее анализ в случае программ со сложными связями. В параметре DELETE указываются подпрограммы и COMMON-области, которые удаляются из таблицы связей. Удаление означает, что имя подпрограммы или COMMON-области не будет присутствовать ни в одном из элементов таблицы, а количество ссылок из подпрограммы, которая обращается к удаленной, будет уменьшено на единицу. Формат

и правила записи ключевых слов такие же, как у параметров. По ключевым словам удаляются:

- COMMON - информация о COMMON-областях,
- FORTRAN - подпрограммы, имена которых начинаются с INC,
- NAME - перечисленные в файле FT12F001 подпрограммы.

Последним способом нужно пользоваться осторожно. Если какая-то подпрограмма удаляется, то и все подпрограммы и COMMON-области, на которые она ссылается, должны быть удалены. В противном случае таблица связей будет содержать неверную информацию.

Входными данными программы LISTP служат:

- FT01F001 - файл, содержащий протокол работы редактора связей по редактированию модуля /протокол редактирования/, для которого надо построить оверлейную структуру. Файл FT01F001 требуется всегда, получают его следующим образом. Модуль, для которого надо спланировать оверлейную структуру, обрабатывается редактором связей с параметрами LIST, XREF, MAP. Файл SYSPRINT редактора связей описывают как некоторый последовательный файл, например:

```
//SYSPRINT DD DSN=LISTING,DISP=(,KEEP),UNIT=SYSDA,
// VOL=SER=111111,SPACE=(CYL,5),
// DCB=(RECFM=FB,LRECL=121,BLKSIZE=1210).
```

Полученный файл LISTING используется в качестве входной информации для программы LISTP.

- FT12F001 - файл, содержащий список имен подпрограмм и COMMON-областей, которые надо исключить из таблицы связей подпрограмм. Это последовательность образцов карт, на которых, начиная с первой колонки, через запятую записаны имена подпрограмм и COMMON-областей, последнее имя на карте должно иметь после себя пробел `␣`. Признаком конца списка имен служит конец файла.
- FT13F001 - файл образцов карт, описывающих оверлейную структуру. Правила описания оверлейной структуры совпадают с принятыми в редакторе связей /1/, за исключением того, что в карте OVERLAY параметр REGION не допускается.

Результаты работы LISTP заносятся в файл печати FT06F001.

6. КАТАЛОГИЗИРОВАННЫЕ ПРОЦЕДУРЫ

Доступ к программе LISTP осуществляется средствами трех каталогизированных процедур. Ниже описаны параметры процедур.

6.1. Получение протокола редактирования модуля

Производится с целью дальнейшего использования в качестве входной информации для программы LISTP.

Имя процедуры: OVL

Параметры:

- M - имя модуля, протокол редактирования которого необходимо получить,

LIB - имя библиотеки, содержащей этот модуль,
DS - имя файла для записи протокола редактирования,
U - тип устройства для записи протокола редактирования,
V - серийный номер тома для записи протокола редактирования,
L - порядковый номер файла, если устройство - накопитель на магнитной ленте.

Значения параметров по умолчанию:

DS='USR4,XPREF',V=444444,U=SYSDA,L=1

Пример

```
// EXEC OVL,LIB='SYS1,LINKLIB',M=IENPROGM,DS=UTILIST,V=222222
```

В результате выполнения процедуры на диск 222222 под именем UTILIST помещается последовательный файл, содержащий протокол редактирования утилиты IENPROGM. Этот файл будет далее обрабатываться программой LISTP.

6.2. Получение таблицы связей из протокола редактирования

Производится с использованием результатов работы процедуры OVL.

Имя процедуры - OVC.

Параметры:

DS - имя файла, в котором записан протокол редактирования,
V - серийный номер тома, на котором записан этот файл,
U - тип устройства, на котором размещен том,
L - порядковый номер файла, если устройство - накопитель на магнитной ленте,
P - список параметров программы LISTP.

Если задан параметр DEL=NAME, список удаляемых подпрограмм и COMMON-областей помещается в файл SYSIN. Если производится проверка оверлейной структуры, карты с ее описанием помещаются в файл OVERLAY.

Значение параметров по умолчанию:

DS='USR4.XREF',V=444444,U=SYSDA,L=1,P='XREF'

Пример:

```
// EXEC OVC XREF=UTILIST,V=222222
```

В результате выполнения процедуры будет обработан файл, созданный в предыдущем примере, и получена таблица связей между подпрограммами утилиты IENPROGM.

6.3. Получение таблицы связей модуля

Процедура OVLC объединяет действия, производимые процедурами OVL и OVC.

Имя процедуры: OVLC

Параметры:

M - имя загрузочного модуля, для которого планируется оверлейная структура,

LIB - имя библиотеки, содержащей этот модуль,

P - список параметров программы LISTP.

Если задан параметр DEL=NAME, список удаляемых подпрограмм и COMMON-областей помещается в файл SYSIN. Если производится проверка оверлейной структуры, карты с описанием структуры помещаются в файл OVERLAY. Пример:

```
// EXEC OVLC,P='XREF,CHECK',M=LISTP,LIB='SYS1.LINKLIB'
```

```
//OVERLAY DD *
```

```
INSERT MAIN
```

```
OVERLAY A
```

```
INSERT FEEL3
```

```
OVERLAY A
```

```
INSERT FEEL5
```

```
//
```

Строится таблица связей программы LISTP и производится проверка оверлейной структуры. Выдаются результаты проверки и словарь.

7. РАБОТА С LISTP

LISTP обладает следующими эксплуатационными параметрами:

- объем программы - 2500 строк фортрана,
- объем требуемой оперативной памяти - 110 К,
- скорость обработки приблизительно в два раза выше, чем скорость обработки модуля редактором связей,
- время проверки оверлейной структуры существенно зависит от количества подпрограмм и связей между ними. Для типичного модуля обработки физической информации из 300 подпрограмм требуется около 15 мин времени процессора ЭВМ ЕС-1040, для модуля из 100 подпрограмм - 2-3 мин.

На обрабатываемые модули наложены ограничения:

- количество подпрограмм и общих областей - не более 500;
- общее количество связей между подпрограммами - не более 5000;
- количество удаляемых по списку подпрограмм - не более 100. На проверяемые оверлейные структуры наложены ограничения;
- все ограничения, накладываемые редактором связей;
- количество уровней в оверлее - не более 9;
- количество сегментов в одном оверлее - не более 9;
- каждый оверлейный уровень имеет уникальное имя;
- оверлейная структура имеет только одну область.

8. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ С LISTP

При работе с LISTP рекомендуется придерживаться излагаемой ниже последовательности действий. Протокол работы редактора связей получается с помощью процедуры OVL. Таблица связей между подпрограммами создается при обработке протокола с помощью про-

цедуры OVC, вызванной с параметром P='XREF'. Если таблица оказывается громоздкой, производят удаление части подпрограмм, вызывая OVC с параметром P='XREF,D=(F,C,N)'. В файл SYSIN помещают имена небольших по объему подпрограмм, на которые есть много ссылок. При этом должно выполняться правило об одновременном удалении всех подпрограмм и COMMON-областей, на которые ссылается удаляемая подпрограмма. Полученная таблица связей используется для планирования оверлейной структуры. Программист описывает оверлей, создавая файл управляющих карт редактора связей. С помощью процедуры OVC производится проверка оверлейной структуры. OVC вызывается с параметром P='CHECK'. При больших размерах модулей для ускорения проверки задается P='CHECK,D=(F,C)'. Если в ходе проверки обнаружены ошибки, программист анализирует диагностические сообщения, определяет причину ошибки, вносит в оверлейную структуру и ее описание необходимые изменения и снова выполняет проверку. Эти действия повторяются до получения сообщения об успешном окончании проверки. Практика показывает, что после приобретения минимального опыта /2-3 попытки/ программист затрачивает не более 1,5 ч на построение оверлейной структуры для модуля, состоящего из сотни подпрограмм.

9. ПРИМЕР РАБОТЫ LISTP

Для программы, состоящей из основной программы и трех подпрограмм, текст которых приведен ниже, получена таблица связей и произведена проверка оверлейной структуры.

```
COMMON/A/ARRAY(10)
CALL SUBR1
CALL SUBR2
CALL SUBR3
STOP
END
SUBROUTINE SUBR1
COMMON/A/ARRAY(10)
ARRAY(1)=1,0
RETURN
END
SUBROUTINE SUBR2
CALL SUBR3
RETURN
END
SUBROUTINE SUBR3
COMMON/A/ARRAY(10)
ARRAY(2)=2,0
RETURN
END
```

Пример таблиц, построенных с помощью программы LISTP

CROSS REFERENCE TABLE

1	2	3	4	5			6	7	8	9
1	1	MAIN	312	SUBR1	SUBR2	SUBR3	A	4	0	1
				/ 2/	/ 3/	/ 4/	/ 5/			
2	2	SUBR1	270	A				1	1	2 /1/
				/ 5/						
3	3	SUBR2	268	SUBR3				1	1	2 /1/
				/ 4/						
4	4	SUBR3	270	A				1	2	3 /1,3/
				/ 5/						
5	15	A	40					0	3	4 /1,2,4/

++++CHECK OVERLAY STRUCTURE

MAIN

.....SEGMENT 2 A ROOT+0000

SUBR1

.....SEGMENT 3 A ROOT+0000

SUBR2

SUBR3

.....SUCCESSFUL END

SUMMARY

CSECT	BLOCK	MAP	SEG	GRAF	OVLV
1 A	5	15	1	4	1
2 MAIN	1	1	1	1	1
3 SUBR1	2	2	2	2	2
4 SUBR2	3	3	3	3	2
5 SUBR3	4	4	3	3	2

10. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Программа LISTP создана как средство автоматизации, используемое при планировании оверлейной структуры. В ОС ЕС ее применение позволяет ускорить процесс планирования за счет освобождения разработчика программ от рутинной работы. Автоматическая проверка оверлейной структуры значительно упрощает процесс получения

корректной структуры. Программа LISTP использовалась в процессе планирования оверлейных структур для комплексов программ реального времени в установках СЯО/4/, ДИСК/5/ и других. Опыт эксплуатации LISTP показал, что это средство является удачным расширением СМО ОС ЕС и позволяет существенно повысить эффективность работы программиста при создании модулей оверлейной структуры.

Автор благодарен А.Е.Сеннеру за инициирование создания LISTP и существенную помощь на всех этапах работы. Автор выражает благодарность Н.Н.Карпенко за полезные замечания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брич З.С. и др. Фортран ЕС ЭВМ. - Статистика, М., 1978.
2. Зайцева Ж.Н. Программирование в ОС ЕС на базе языка Ассемблера. - Финансы и статистика. М., 1981.
3. Йодан Э. Структурное проектирование и конструирование программ. "Мир", М., 1979.
4. Безногих Г.Г. и др. ОИЯИ, Б1-10-82-920, Дубна, 1982.
5. Иванченко И.М. ОИЯИ, 10-81-754, Дубна, 1982.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 января 1983 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

ДЗ-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
Д1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Д1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.
Д2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
Д9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
ДЗ,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Трофимов В.В. 10-83-38
 Математическое обеспечение для организации автоматизированного планирования и проверки оверлейных структур в ОС ЕС

Описывается программа LISTP, предназначенная для автоматизации построения и проверки оверлейных структур в ОС ЕС. Описываются каталогизированные процедуры, вызывающие программу. Приводится методика создания и проверки оверлейных структур с использованием LISTP; показан пример работы программы. Дается оценка эффективности применения LISTP при создании оверлейных структур.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1983

Trofimov V.V. 10-83-38
 Software for Organization of Automation of OS ES Overlay Structure Planning and Verifying

LISTP program for automation of OS ES overlay structures planning and verifying are described. Methods of overlay structure creating and verifying by LISTP are discussed, an example is given. The efficiency of LISTP using is estimated.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1983

Перевод О.С.Виноградовой.